ANNIBALE PASTORE

SUL D. U.

RICERCHE LOGICHE
CON APPLICAZIONE AL PROBLEMA FONDAMENTALE
DELLA FISICA TEORICA

ESTRATTO DA " L'ARCHIVIO DI FILOSOFIA „ FASC. I, PP. 39-53
GENNAIO-MARZO 1933. ANNO XI.

Opuscolo F.A. 297

BIBLIOTECA DELLE FACOLTÀ DI LETTERE E FILOSOFIA TORINO

SUL D.U.

RICERCHE LOGICHE
CON APPLICAZIONE AL PROBLEMA FONDAMENTALE DELLA FISICA TEORICA

56189

I

SENSO E VALORE DEL D.U.

1. — Vedemmo nel saggio precedente[1] come l'introduzione dell'esponente in Logica importi che ogni combinazione di *n* elementi si scinda logicamente in D e U, essendo D il discorso cioè l'insieme degli elementi costitutivi, e U l'universo cioè l'elemento formale del loro sviluppo. A quello corrisponde la *deduzione* per cui ogni ente rimane individuato nel suo discorso secondo la necessità analitica delle sue relazioni, a questo *l'intuizione* per cui ogni ente rimane potenziato nel suo universo secondo la necessità sintetica della forma che si conserva nello sviluppo analitico del discorso.

Bisogna ora illustrare in modo semplice e chiaro e con esempj pratici questo nuovo modo d'intendere *la logica della ricerca scientifica* che è tutta imperniata sul principio del D.U. Chi abbia seguito gli schiarimenti di Einstein sul processo di formazione d'una scienza sperimentale[2] e le discussioni sul D.U., iniziate nel « Saggio d'analisi logica » precedente, vedrà subito in primo luogo con Einstein che lo sviluppo scientifico è un processo che per vie diverse giunge a un comune punto d'arrivo. Einstein dichiara: « Ad uno stesso insieme di fatti sperimentali possono condurre diverse teorie, le quali differiscono notevolmente l'una dall'altra »; in secondo luogo non mancherà di riconoscere con noi che un tal processo di derivazione si compie anche da un punto di partenza comune.

Inoltre Einstein ha veduto che, per esplicare l'effettivo processo scientifico, non bisogna trascurare la parte che nello sviluppo delle scienze esatte hanno l'intuizione e la deduzione. Ma, a nostro avviso, solo la LdP colla teoria del D.U. è in grado di render conto dell'*operazione primitiva comune* che

1. PASTORE, *Verso un nuovo Relativismo. Saggio d'analisi logica*. Archivio di Filosofia, Settembre, Roma, 1932. Sarà citato colla sigla *V. n. R.*

2. EINSTEIN, *Ueber die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie Gemeinverständlich*. Braunschweig, Wieweg, 1917.

presiedendo alla scelta degli enti, serve di punto di partenza (Logica generale come logicità)[1] alle costruzioni intuitive diverse (U) dalle quali si deducono (logica particolare come sviluppo tecnico) sistemi discorsivi pure diversi (D) validi a spiegare una comune realtà sperimentale (punto di arrivo). Col principio del D. U, cioè sotto la doppia condizione della deduzione e dell' intuizione, la teoria dei sistemi primitivi, che Mosso chiama *ideologici*, riunendo le proprietà sintetiche alle ben note proprietà analitiche,[2] rimane stabilita in modo completo. È questa la tesi che ora ci proponiamo di dimostrare.

2. — Raccogliamo intanto i risultati dell' analisi precedente. Secondo i principj della LdP colle tre applicazioni compiute:

1°. in logica abbiamo posto il D. U. (*V. n. R.* § 6);

2°. in geometria abbiamo trovato che l' U., di un D. come spazio è il tempo (*V. n. R.* § 7);

3°. abbiamo verificato che questo è proprio della fisica (*V. n. R.* § 8).

Sorge spontanea la domanda: come salta fuori la doppia esigenza del D. U. in un sistema scientifico particolare? Questa domanda riceve una risposta ben determinata.

Le idee e le proposizioni primitive d' un sistema non hanno un legame necessario fra loro sotto il rispetto della deduzione, tuttavia per essere un D, cioè un sistema deduttivo, devono descrivere un U per essere costitutive di qualche cosa.

Per verificare la teoria con un esempio, cerchiamo quali operazioni logiche si fanno nella costruzione ideologica della meccanica di Galileo. Tre sono i principj fondamentali per lo studio della relazione fra il movimento e le

1. Mosso, *Principi di logica del potenziamento*. Torino, Bocca, 1923.

2. Secondo la teoria più accreditata e diffusa la scelta di un sistema di nozioni e proposizioni primitive, che non è necessariamente unico, [in un primo momento dichiarata: *convenzionale, indeterminata, non arbitraria* (cioè sufficiente e coerente) oltre ai desiderata dell' *indipendenza, indeducibilità*, massima *economia* possibile] non deve soddisfare che a tre condizioni: essere *coerente, sufficiente, irriducibile* (ROUGIER). Ora in virtù delle considerazioni svolte nel testo è evidente che le due prime proprietà rispondono all' esigenza analitica discorsiva (D) del sistema. La terza implica l' esigenza sintetica e intuitiva dell' elemento formale, espresso dall' Universo (U), senza la quale il sistema non sarebbe *individuato* in modo completo. Inoltre se anche con ROUGIER, invece della vecchia distinzione di Assiomi e Postulati si sostituisce quella di *Principj comuni* alla Logica e *Principj propri* delle scienze speciali, dividendoli entrambi in tre gruppi: *postulati d' esistenza, principj formatori o costruttori* (operazioni di deduzione, sostituzione, addizione, moltiplicazione, negazione, conversione, astrazione, corrispondenza, iterazione) e *assiomi di relazione* si avvertirà che tutti i principj nella teoria di Rougier, compresi i formatori, rispondono solo all' esigenza analitica del discorso. Infine un ultimo rilievo s' impone rispetto al carattere intuitivo. Dobbiamo forse ritenere che la nota dell' intuizione sia tanto ovvia e propria dei sistemi primitivi e dello stesso tipo per tutti gli elementi primitivi da render superflua ogni distinzione? Tutt' altro. Non basta dire che le nozioni e le proposizioni primitive sono evidentemente intuitive appunto perchè sono primitive, cioè indefinibili e indimostrabili. L' intuitività dell' elemento formale dell' universo dei sistemi primitivi non è d' indole intuitiva in senso psicologico (sensibile, rappresentativa, o personale) neppure è d' indole induttiva, senza tuttavia essere deduttiva.

cause che lo producono cioè della Dinamica: 1°. — il principio d'inerzia; 2°. — il principio della forza (eguale al prodotto della massa per accelerazione), 3°. — il principio di azione e reazione. Ovviamente questi tre principj compongono un sistema (D) dal quale si deducono tutte le leggi della meccanica. La loro sufficienza è provata col fatto. Siccome questi principj sotto il rispetto della deduzione sono indipendenti tra loro, il lato nuovo della questione s'affaccia subito con la domanda seguente: perchè sono costitutivi d'un sistema D? Certamente perchè sono necessarj a costituire una unità che chiamiamo U, e che non è il D, perchè non è una necessità deduttiva, posto che, come s'è detto dianzi, sotto il rispetto della deduzione sono indipendenti fra loro. E non è men vero che, se questi tre principj costituiscono necessariamente una unità (sintetica) U, evidentemente ne sono la descrizione completa.

Riassumendo, abbiamo analizzato come i tre principj siano sufficienti per un D e necessarj per un U, e come la loro necessità non sia di carattere deduttivo, ma costruttivo e in questo senso *formale*. L'intuizione di questa forma, poichè risponde ad un'esigenza necessaria, è un'*intuizione logica*.

3. — Dimostrata la necessità logica del D. U. e analizzate le operazioni corrispondenti in questo caso generale, soffermiamoci ora sul terzo caso esposto nel § 8, come verifica del D. U. — Einstein, meditando sul continuo di Minkowski in cui ogni punto è spazio-temporale e il cui stato si rappresenta colle dieci funzioni corrispondenti ai potenziali di gravitazione, si persuase di avere assorbito il tempo nel $d\sigma^2$ cioè nella somma

$$dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2dt^2.$$

E, stando alla interpretazione logica usuale, c'è ragione di ritenere che la cosa sia così. Ma altro è, come vedemmo, il risultato vero della operazione einsteniana; e tale che sposta l'interpretazione fisica del *continuo* spazio-temporale. Abbiamo infatti dimostrato che, introducendo t in D_{n+1}, occorre costruire un altro tempo che abbia rispetto a D_{n+1} la funzione di t rispetto a Dn.[1] Riflettendo che ogni combinazione di n elementi deve scindersi logicamente in D e in U, si capisce che, in quanto t è diventato un elemento di D, non può essere la funzione U del nuovo continuo. Infatti con l'introduzione del continuo spazio-temporale nella teoria della relatività compare un nuovo tempo τ, cioè con la sostituzione del $d\sigma^2 = f(x, y, z, t)$ a $ds^2 = f'(x, y, z)$ avviene contemporaneamente la comparsa di un tempo τ correlativo all'elemento spazio-temporale $d\sigma^2$ come il tempo t era correlativo a ds^2.

Quindi il tempo τ non è un artificio di calcolo o un'arbitraria interpretazione d'una formula di fisica relativistica, ma risponde a una necessità

1. Nel saggio precedente *V. n. R.* è occorso un errore di stampa: nel § 8 in luogo di τ è stato sostituito più volte T.

strettamente logica. Essendo una condizione necessaria del pensare, la distinzione fra spazio e tempo non sparisce anche se lo spazio diventa un continuo spazio-temporale. Non parrà pertanto esagerato affermare che *in questo modo s'è costituita logicamente una nuova nozione del tempo*. La novità consiste nel dimostrare che la dualità di spazio e tempo continua a sussistere anche se un tempo diventa coordinata spaziale. Ne potremo afferrare il senso rispetto alle nozioni precedenti tenendo presente che, in certo modo, il continuo spazio-tempo della relatività einsteiniana sta allo spazio euclideo come la funzione U sta al continuo dello spazio-tempo. Dunque l'impianto logico che la ricerca scientifica riceve da questa innovazione costituisce un reale progresso dovuto esclusivamente alla logica del potenziamento.

4. — Ma ora, lasciando da parte la nuova nozione del tempo (su cui Mosso prepara un lavoro fondamentale) passiamo a considerare la questione del metodo dal punto di vista storico e teoretico, proprio del metodo, come intendeva Descartes, *pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences*. Provvediamo in altri termini alla opportuna orientazione storica e teoretica, determinando la situazione delle scienze esatte, nonchè quella di Einstein, davanti alla Logica.

II

ORIENTAZIONE STORICA

5. — Quattro sono i punti fondamentali pei quali la logica d'Aristotele esercitò un'influenza storicamente incomparabile sulla fortuna degli studj logici nel mondo antico, medievale e moderno:

1°. la dottrina dell'unità logico-metafisica della forma;
2°. la dottrina dei principj (contraddizione, identità, terzo escluso);
3°. la dottrina delle forme elementari (concetto, giudizio, sillogismo)
4°. la dottrina delle forme metodiche.

Volgendoci ai tre ultimi nei quali prevale l'esigenza dianoetica e la logica strettamente formale s'afferma strumento di lavoro per tutte le scienze, vediamo che pel secondo la logica aristotelica diventa tautologica,[1] pel terzo si perde nel vuoto formalismo della sillogistica, pel quarto resta allo stato di seme in attesa d'essere gettato nel campo a fruttificare. La maggiore novità era nel terzo, offerta dai *Primi analitici* e la più brillante luce è la scoperta dell'Analitica logica dedotta dall'Analogica matematica, cioè del *συλλογισμός* dalla *ἀναλογία* (proporzione). Ma una densa nuvola non tardò ad estendersi sopra le origini matematiche della sillogistica. Quindi l'ufficio dell'analisi logica seguitò a rimanere latente nell'analisi matematica degli antichi,

1. Cfr. Mosso, Principi e Pastore. *Crisi*.

per essere poi mutuata dall'algebra dei moderni cui davan credito le mirabili scoperte, mentre la logica sillogistica, ingolfata nel più sterile verbalismo, cadeva nel massimo discredito.

6. — Dobbiamo trasportarci al secolo decimosettimo per ripigliare con Descartes il filo della migliore rivelazione aristotelica, cioè il nesso tra il metodo matematico delle proporzioni e il metodo logico della deduzione. Certo Descartes ignora le origini matematiche della sillogistica. Anzi, aduggiato dal vacuo formalismo, rudemente dichiara d'essersi accorto che *pour la logique, ses syllogismes et la plupart de ses autres instructions servent plutôt à expliquer à autrui les choses qu'on sait, ou même, comme l'art de Lulle, à parler sans jugement de celles qu'on ignore, qu'à les apprendre...* Però, accingendosi ad esporre e giustificare il suo nuovo metodo costruttivo, che cosa pensa di dover mettere in evidenza in quelle scienze particolari che si chiamano comunemente matematiche?... *voyant qu'encore que leurs objets sojent différents, elles, ne laissent pas de s'accorder toutes, en ce qu'elles n'y considèrent autre chose que les divers rapports ou proportions qui s'y trouvent, je pensai qu'il valoit mieux que j'examinasse seulement ces proportions en général...*[1] Brevemente, egli avverte:

1°. — di far astrazione dalla differenza degli enti,
2°. — di considerare i rapporti e le proporzioni in generale,
3°. — di esprimere gli enti in simboli (figure, cifre),
4°. — di incatenarli deduttivamente.

Dunque Descartes, che abborre le anticaglie della sillogistica e le disprezza per la loro stolta inutilità, salva il principio operativo della proporzione, in cui al formalismo della logica si combina l'astrazione della matematica. È il segreto degli *Analitici* di Aristotele. Ma non cercate in Descartes il complicato labirinto della sillogistica. All'opposto eccoci resi con lui alla proficua teoria che pensare scientificamente, non è tanto giudicare, quanto ragionare cioè scoprire e dimostrare, cioè costruire. Emerge la logica della ricerca scientifica in senso stretto. Tale il titolo di Descartes come logico puro alla nostra riconoscenza. Bastano questi pochi cenni per inquadrare senza equivoci l'apprezzamento che segue.

Nel *Discorso sul metodo* seguito dai tre trattati, *Diottrica, Meteore, Geometria,* più specialmente nell'ultimo (1637), Descartes prende di fronte alla logica tradizionale una posizione di combattimento che dal punto di vista scientifico in senso stretto ha un'importanza enorme. L'analisi logica, libera d'ogni intento metafisico, gnoseologico e grammaticale, conscia nella sua tecnica specialità, quivi trova finalmente la sua vera via. La saggia direttiva grazie a cui egli costituendo la simbolica algebrica logicamente riuscì a trasformare ogni problema geometrico in un problema algebrico, delinea nettamente la

1. DESCARTES, *Discours de la Méthode.* Seconde Partie. pag. 38, 39. [Aimé-Martin].

ragione logica della geometria analitica. Senza arrestarci ora sul fatto che Descartes introdusse l'uso degli esponenti, mostrandosi perciò in possesso d'un'intuizione del potenziamento matematico assai vicina benchè irreducibile a quella del potenziamento logico, approfondiamo il processo nettamente relativistico che caratterizza la sua massima scoperta matematica. Riconoscere il rapporto analogico (d'analogia perfetta) fra geometria e algebra implica non una semplice sovrapposizione di questa a quella. Sarebbe vano ogni avvicinamento senza ammettere e postulare come dato incontestabile l'accordo formale puro. E a punto vediamo che Descartes, postulando solo l'accordo formale delle due scienze, *encore que leurs objets soient différents*, tenendo conto solo delle proporzioni in generale, s'eleva all'unità logica dei loro simboli (figure e cifre), per cui resta possibile sommare tra loro enti che per la loro apparente eterogeneità non dovrebbero mai essere congiunti, secondo la più elementare regola dell'aritmetica, come lo spazio e il tempo che non appajono certo affini alla prima esperienza.

La stessa cosa accadrà e anche in più paradossale misura nella somma spazio-tempo a cui arriva la teoria einsteiniana della relatività, e con definitiva consapevolezza logica la Logica del potenziamento.

7. — Se per indagare le origini logico-relativistiche della Geometria analitica abbiamo parlato di Descartes prima di Galileo, per sentimento d'equità dobbiamo riconoscere la precedenza del pensiero galilejano in ordine alla relatività fisico-matematica. Galileo dev'essere considerato come il primo relativista, oltre che come il fondatore del metodo sperimentale.[1]

Il sistema delle coordinate cartesiane, per cui ogni questione di Geometria si riconduce a una questione d'Algebra, fu preceduto dal cosiddetto sistema delle coordinate di Galileo, per cui fissata la relazione d'interdipendenza di spazio e tempo, la determinazione fisico-matematica d'un ente avviene mediante il suo sistema di riferimento spazio-temporale. In tale modo e senso s'impianta la trasformazione di Galileo e la sua meccanica. Così è definita la legge di gravità, come funzione di spazio e tempo, cioè abbandonando il vecchio pregiudizio della dissociazione assoluta di queste nozioni. Dunque il suo sistema fisico-matematico, non è già più aristotelico. La logica implicita alla sua Fisica ha già cambiato base, cioè ha sostituito all'ente assoluto come sostrato invariabile, indipendente, l'ente relativo al sistema di riferimento spazio-temporale.

Resta nondimeno palese che Galileo ha mantenuto nelle relazioni fondamentali i valori costanti che fanno coincidere il suo sistema coll'intuizione tridimensionale euclidea. Riassumendo, Galileo nell'elaborazione effettiva della fisica ha superata la posizione aristotelica, senza però distaccarsi dall'intuizione geometrica d'Euclide. Dal punto di vista della teoria usuale della relatività,

1. Che prima di lui e fin dall'antichità, siansi fatti esperimenti in fisica è pacifico. Ma la sua vera e genuina novità è la teoria del metodo sperimentale.

cioè sulla *Hauptstrasse* della relatività einsteiniana, Galileo è il primo relativista; ma del principio logico della variazione relativa degli enti non ebbe indizio.

8. — Quel che fu detto di Galileo si applica a tutti i fisici posteriori fino ad Einstein, i quali giunsero sempre meglio a comprendere che la trasformazione di Galileo consiste in una nuova maniera di interpretare il rapporto additivo di spazio e tempo. Queste due nozioni avevano prima di Galileo un senso assoluto, la loro misura era la stessa sia che l'osservatore fosse in riposo o in movimento. Per quanto s'è dianzi chiarito, possiamo dire che tali nozioni, considerate come invarianti e irrelative, erano logicamente depotenziate. Grazie ai progressi postgalilejani del principio di relatività si venne a capire che in certi casi spazio e tempo sono correlativi e covarianti a segno che si possono fondere nel concetto di un continuo a 4 dimensioni.

Sarebbe tuttavia erroneo ritenere che la teoria einsteiniana della relatività segni già il completo abbandono della finzione dei corpi rigidi di riferimento, che ogni residuo aristotelico di tautologia e d'assolutismo sia già respinto, che la logica delle scienze infine sia già metaristotelizzata così di fatto come di diritto. Questa tesi sarà provata all'evidenza nei prossimi paragrafi.

III

ORIENTAZIONE TEORETICA

9. — Abbiamo tracciato il quadro più generale dello sviluppo storico delle scienze rispetto a ciò che si può dire la *logica interna* dei sistemi. Questa revisione storica, lontana dal modo consueto di considerare il problema, ci ha riserbato parecchie sorprese.

La prima è questa che lo sviluppo formale delle scienze prende al rovescio la teoria della logica formale tradizionale. Torna impossibile al logico, che domandi intera la sua libertà, lavorare negli stampi dell'antica teoria delle forme elementari: concetto, giudizio, sillogismo, ricondotte ai rapporti fondamentali di inclusione, esclusione ed interferenza. Tuttavia non ci spingiamo fino al punto di ripetere con Condillac: *Nous ne ferons aucun usage de tout cela.*[1] Il concetto è ineliminabile perchè ogni nuova conquista o scoperta si risolve nella costruzione di un concetto nuovo. Quindi sotto forma di relazione intesa come unità il concetto resta la base della logica, ma nello sviluppo ulteriore della Logica la deduzione produttiva non avviene per combinazione dei nomi dei concetti, nè per giuoco estrinseco di schemi giudicativi, o sillogistici, ma per metodiche trasformazioni dei sistemi delle relazioni concettuali. Ciò che si perde è la logica formalistica. Sostanzialmente è da avvertire che il

1. CONDILLAC, *La logique*. Paris, Delalain, 1811 pag. 65, n.

residuo utilizzabile delle forme elementari dev'essere ridotto alla più semplice espressione, sciolto da ogni ingombro metafisico, gnoseologico, psicologico e filologico. Finchè dunque non sia operata la purificazione su questo punto è meglio mantenere il silenzio.

10. — La seconda sorpresa è quest'altra che « le scienze hanno realizzato il passaggio da un D. U. ad un altro D. U. più complesso con *salti intuitivi*, senza rendersi conto che il passaggio era essenzialmente logico ».[1] Si direbbe che un'invisibile sottocorrente logica le trascina, con bruschi progressi, indipendentemente dalla logica aristotelica. La prova più tipica ci è offerta dal *progredire rivoluzionario* dello stesso principio relativistico, in cui si possono omai contare quattro fasi, nettamente distinte:

1°. la relatività classica di Galileo,
2°. la relatività speciale di Einstein,
3°. la relatività generale di Einstein,
4°. la relatività universale della Logica del potenziamento.

Alla base del primo progresso si trova l'intuizione del principio d'inerzia di Kepler, donde la situazione particolare dello spazio intuito come libero da gravitazione, opportunamente chiamato spazio di Galileo, che è ancora lo spazio piano, omogeneo e isotropo di Euclide e di Newton. Il principio d'inerzia dice che un corpo permane nel suo stato di quiete o di moto se non intervengono forze esterne. Questo significa che non v'è differenza dal punto di vista delle formule meccaniche che un corpo sia in quiete o in moto uniforme, cioè che per un osservatore fisso al corpo in modo uniforme non vi è un punto assoluto di riferimento fisso. In questo caso sono sufficienti le leggi di Galileo per determinare le leggi del moto.

La seconda intuizione dice che in uno spazio di Minkovski è ancora vero che non si può trovare un punto di riferimento assoluto, e quindi che le leggi della meccanica sono ancora valide, usando la trasformazione di Lorentz invece di quella di Galileo.

La terza intuizione conferma le intuizioni precedenti per uno spazio gravitazionale, cioè che non vi è uno spazio-tempo vuoto.

La quarta intuizione dimostra nel modo più generale che v'è unità di spazio e tempo nel senso che *il tempo è la forma dello spazio*. Si capisce la differenza fra questa intuizione e le precedenti. Per queste spazio e tempo tanto divisi quanto uniti coordinati restano due entità concettualmente distinte e complete. Invece nella intuizione della LdP esse costituiscono una *identica unità* nella quale uno (cioè lo spazio) è la materia, l'altro (il tempo) è la forma; e l'uno è insussistente senza l'altro.

11. — Un'altra sorpresa concerne il tipo dello sviluppo formale delle scienze. Il loro procedimento si può formulare così. Esaurito il campo d'una data

1. *V. n. R.* § 9.

forma ad n elementi primitivi, il passaggio ad uno sviluppo maggiore è la sostituzione della forma di $n + 1$ elementi primitivi ad una forma di n elementi, cioè il passaggio da un universo di n elementi ad uno di $n + 1$. Senza bisogno di speciale dim. si vede subito che questo problema non si può risolvere, nonchè affrontare, colla logica aristotelica, nè per i principj, nè per le forme elementari, nè per le metodiche. Siccome ad ogni passaggio c'è una nuova intuizione in corrispondenza delle nuove forme logiche U, così la logica aristotelica non ajuta. C'è in Aristotele l'intuizione logica dell'elemento formale U? Non c'è. Ma, non dimentichiamo, manca in tutte le correnti logiche fino a noi, sicchè la situazione della LdP è, propriamente parlando, paradossale.

12. — Riprendiamo ora in modo critico gli stessi argomenti per arrivare alla stessa conclusione. Ammettiamo che si debba passare da un sistema di n enti ad un sistema fondato su $(n + 1)$ enti costitutivi, cioè da n elementi del primo sistema e da un elemento in più, che sia fuori di quel sistema. La logica classica non si accorge che questo passaggio importa un cambiamento di forma. Non se ne accorge, perchè essa ha una funzione sistematica interna ad un sistema di n enti, che restano sempre quello che sono. Così nella logica sillogistica per nessuna considerazione si può dedurre la comparsa del nuovo elemento. Nel suo sviluppo manca tanto il simbolo segnalante la comparsa del nuovo elemento, quanto l'operazione del cambiamento di forma e della necessità di una nuova intuizione nel passaggio da una forma all'altra. Nè si dica che cambiamento di forma non c'è. La forma cambia, perchè se non cambiasse gli elementi potrebbero essere individuati come prima da n elementi, contro l'ipotesi che siano costitutivi $n + 1$. Frattanto non si può mettere in dubbio il progresso delle scienze relative all'aumento del numero degli elementi, dovuto cioè a una successione di cambiamenti di forma (intuizioni) e di sviluppi discorsivi dei dati di queste intuizioni (deduzioni). Resta quindi ribadita la tesi del § 9 che le scienze hanno dovuto progredire indipendentemente dalla logica aristotelica, alla quale è in tutto conforme il postulato euclideo. Le scienze sarebbero rimaste sterili se si fossero lasciate tiranneggiare dalle esigenze della tautologia, cioè se in ogni caso fosse stato rigidamente rispettato il principio aristotelico d'identità A=A, implicante restrittivamente l'eguaglianza e la permanenza dell'ente, per cui restano negate le idee di variazione e di trasformazione e quindi le leggi del potenziamento. (È quasi superfluo avvertire che il principio d'identità A=A ha il suo legittimo impiego negli sviluppi analitici).

13. — C'è dato inoltre di poter determinare qual sia il posto che occupa Einstein dal punto di vista della Logica.

Tutti sanno, che la rivelazione relativistica inaugurata da lui scuote scientificamente l'antico giogo assolutistico. Ma il notevole è che la sua situazione davanti alla Logica è ancora di stampo antico. Chiarire questo tratto non è

facile, perchè è così pronto e intimo il nesso fra la scienza e la *logica interna* che la sospinge che la prima ha relegato nell'ombra la seconda. Frattanto Einstein in Logica non è relativista. Il suo metodo, mancando di quel centro di rannodamento e di superiore dominio che è il potenziamento logico, fluttua in una continua vicenda d'aristotelismo e d'antiaristotelismo.

L'appello alla storia, che ci ha già fatto riconoscere la profonda differenza tra la quarta fase e la seconda e la terza dello sviluppo del principio di relatività, associandosi ora alla ragione critica mette in chiaro che la teoria einsteiniana della relatività non è che un caso particolare del 'relativismo più generale della LdP. Il suo superstite aristotelismo, cioè in ultima analisi il suo residuo di irrelativismo, è precisamente ciò che le impedisce di esplicare tutte le sue immense risorse. S'impone quindi il problema di indagare il valore logico delle conseguenze più ardite della teoria della relatività. Abbiamo molte buone ragioni per asserire che tale indagine si risolverà nel controllo, meraviglioso, che lo sviluppo di questa teoria è conforme allo schema logico del potenziamento.

IV

NUOVE APPLICAZIONI DELLA LdP

14. — Procediamo a nuove applicazioni in prova dell'efficacia metodica della praxis del potenziamento.

Mostriamo anzitutto l'*ineliminabilità della funzione logica U* nella ricerca scientifica.

La funzione logica U, nel caso dello spazio puramente geometrico, ci è risultato essere il tempo (§ 7, *V. n. R.*).

Abbiamo pure verificato (§ 8, *V. n. R.*) che modificando lo spazio come funzione logica D, cioè aggiungendo il tempo t e formando il continuo spazio-tempo, nuovo D, la funzione t è sostituita logicamente dalla funzione τ.

Vediamo ora analogamente come la funzione U, che nello spazio o nello spazio-tempo abbiamo veduto essere t o τ, nello spazio fisico al quale dobbiamo attribuire una proprietà in più, sia ancora diversa.

Val quanto dire che, se applichiamo il ragionamento a punti geometrici, per la costruzione e descrizione delle relazioni geometriche in cui si risolve il discorso geometrico le quali implicano il puro movimento del punto, la funzione U è data da un tempo. Se applichiamo il ragionamento a punti dotati di proprietà fisiche oltre a quelle spaziali e temporali, o spazio-temporali, cioè a un discorso che abbia rispetto ai primi almeno un ente costitutivo di più, la funzione U è ancora diversa.

15. — Adottando questi criterj possiamo facilmente perseguire la funzione logica U attraverso l'immensa organizzazione della fisica. Riferiamo solo il

risultato essenziale dell'indagine. Si riscontra in ogni teoria fisica la necessità d'una ipotesi ausiliaria che permetta di interpretare le formule e i risultati sperimentali. Questa ipotesi è reale nei limiti in cui le formule fondamentali del sistema primitivo traducono la realtà fisica; ma, qualunque sia il grado di approssimazione alla realtà di dette formule, l'ipotesi ausiliaria è sempre necessaria per la pensabilità dei risultati deducibili.[1] Sarebbe estremamente interessante esaminare tutte le ipotesi ausiliarie escogitate dai fisici, e mostrare come ai varj contenuti sempre si applichi una diversa condizione formale U. Il metodo da seguire si ricava con facilità dai risultati seguenti appurati nel caso dell'etere.

L'etere è il mezzo al quale si attribuiscono in Fisica unitariamente le proprietà del sistema primitivo fisico, cioè il modo di modellare il sistema. Qual'è il suo ufficio nell'economia della ricerca scientifica? È importante indicarlo per prepararsi a vedere se e come realmente la teoria prorompa dalla pratica. Per verificare i risultati delle formule, per verificare cioè se le formule interpretano i risultati sperimentali, dobbiamo fare un'ipotesi supplementare che non è una conseguenza delle formule e che quindi non è una relazione del sistema, non è una proprietà del D fisico, ma tale che ci permetta di costruire intuitivamente il comportamento del fenomeno. Questa ipotesi che ci dà la forma in cui si realizza il fenomeno, cioè l'*intuizione formale del processo deduttivo*, e che noi chiamiamo U, nel sistema fisico è data dall'etere.

Fino a che non si dissocia questa universale esigenza sintetica della forma dalla non meno universale ma più apparente esigenza analitica del discorso, la funzione complessa dei sistemi primitivi genera l'ambiguità che sconcerta la metodologia.

16. — Riassumiamo alcune verifiche che potranno fare le spese di venture discussioni.

Per lo spazio geometrico la funzione U è stata ricavata nel § 7 di *V. n. R.*, come U(t).

Lo spazio D e il tempo U unitamente ad un terzo elemento, ad es. G nel sistema C. G. S., costituiscono gli enti fondamentali d'un sistema fisico.

Secondo la teoria del potenziamento per interpretare le relazioni tra gli elementi del D stesso occorre un elemento in più, cioè la forma U.

Esaminiamo se e quale ipotesi ausiliaria, non deducibile dagli elementi

1. Questo nuovo modo di intendere la logica della ricerca scientifica ci permette di riconoscere che il sistema ipotetico-deduttivo è sempre lo schema del processo scientifico, avuto riguardo alla funzione costruttiva che ora a buon diritto sempre più energicamente si propone. I due momenti messi in luce da ORESTANO in *Matematica e Filosofia (Archivio di Filosofia.* Anno II. Fas. II, Sett. 32) e cioè il carattere *sintetico-costruttivo* degli enti o del sistema e il carattere *analitico-combinatorio* delle dimostrazioni corrispondono alle funzioni logiche U e D. Come ulteriore schiarimento si può notare che le facoltà costruttive (U) si esercitano nell'intuizione dell'ipotesi come sintesi concettiva e forma logica del sistema; la deduzione invece rende esplicite con l'analisi le combinazioni conseguenti del sistema.

costitutivi del sistema e pur necessaria per interpretarlo, abbia effettivamente accompagnato lo sviluppo storico dei sistemi fisici.

Per il sistema fisico riferito allo spazio ed al tempo di Galileo-Newton lo sviluppo della fisica ci presenta *diverse ipotesi* successive che si riducono essenzialmente allo sviluppo dell'idea di etere.

Nella meccanica di Newton lo spazio assoluto ha virtualmente le proprietà dell'etere; e realmente ne adempie la funzione fisica.

Fizeau concepisce l'etere come quasi rigido ed immobile, una specie di spazio materializzato imponderabile dotato delle proprietà elastiche dei corpi rigidi ponderabili.

Maxwell mantiene all'etere le proprietà meccaniche attribuitegli da Fizeau ma collegate in modo più complesso.

Hertz concepisce l'etere come un mezzo ponderabile dotato sia di proprietà meccaniche sia di proprietà elettriche.

Nel continuo spazio-tempo abbiamo veduto al § 8 di *V. n. R.* che la forma U del $d\sigma$ è τ. Nella trattazione siamo partiti dalla ipotesi della proporzionalità delle forme U(t) e U(τ). Questa ipotesi, cioè che la forma dello spazio di Galileo e Newton sia proporzionale alla forma dello spazio-tempo di Minkowski, ossia alla geometria della relatività particolare, ci ha condotti a ricavare *logicamente* la trasformazione di Lorentz come funzione di proporzionalità tra le due geometrie. Ciò significa che lo spazio-tempo è ancora una forma euclidea.

Aggiungiamo ora nello spazio-tempo un elemento fisico, cioè modifichiamo ancora il sistema D. Verifichiamo come cambia l'ipotesi ausiliaria.

Lorentz rappresenta il punto di trapasso tra le vecchie concezioni dell'etere riflettenti le idee assolute di spazio e tempo e relative ad esse, e le nuove concezioni della meccanica relativistica e quantistica. Lorentz spoglia l'etere delle proprietà meccaniche e lo pensa come campo immobile.

La meccanica relativistica iniziata da Lorentz porta un ulteriore mutamento nella concezione dell'etere.

Nel caso della relatività ristretta si usa dire che l'etere non esiste. Ciò significa invece che l'ipotesi dello spazio vuoto sostituisce l'ipotesi dell'etere, ammettendo che la luce si propaghi attraverso lo spazio vuoto, cioè che lo spazio vuoto possegga proprietà fisiche. Resta, in altri termini, manifesto che le proprietà dell'etere vengono ad attribuirsi con sempre più chiara coscienza allo stesso continuo spazio-tempo supposto dotato di proprietà fisiche. Invero l'etere viene non solo spogliato di ogni proprietà meccanica, ma anche non può più essergli attribuito uno stato di moto. L'etere non è più un mezzo contenuto nello spazio e quindi i campi cessano di essere gli stati di un mezzo. L'etere viene negato come distinto dal continuo spazio-temporale, ma contro l'apparenza, perchè « l'etere non si può negare in quanto non si può ammettere che lo spazio vuoto non possegga alcuna proprietà fisica », (Einstein, 1921).

Mach segna il trapasso dalla relatività ristretta a quella generale in quanto

introduce nell'etere il concetto di inerzia. Nella concezione di Mach l'etere determina lo stato delle masse inerti ed è da esse determinato.

Nel caso della relatività generale, l'etere diventa l'espressione concettiva unitaria [1] delle *proprietà fisiche dello spazio-tempo*.

Vediamo che cosa accada nel caso delle fisiche di Dirac, Kaluza, Klein.

In questi sistemi si introduce una quinta variabile o dimensione oltre x, y, z, t. Essenzialmente (con più evidenza nella meccanica ondulatoria) la quinta coordinata ha un modello nella carica e.

Sotto questo punto di vista nella costruzione logica (di tipo U) la differenza tra le fisiche penta-dimensionali e tetra-dimensionali consiste in ciò: nel continuo a quattro la carica e non è indipendente *costruttivamente* dalle x, y, z, t; nel continuo a cinque variabili la carica e diventa costruttivamente indipendente e correlativa delle x, y, z, t.

Cioè, se D^1 era il discorso logico determinato da quattro enti al quale corrispondeva una intuizione sintetica o modello U^1, nelle fisiche a cinque dimensioni si determina un nuovo discorso D^2 derivato da D^1, mediante l'aggiunta d'un nuovo elemento x^5 (ad esempio e), cioè in sostanza col solito processo da n ad $n+1$ elementi costitutivi, e quindi si determina un nuovo modello U^2 di D^2.

Ad U^2 sinteticamente e unitariamente si attribuiscono le proprietà fondamentali necessarie perchè le cinque variabili indipendenti x, y, z, t, e siano costitutive di un sistema.

Questa intuizione U^2, anche se fosse diversamente denominata, potrebbe dirsi l'etere della fisica a cinque dimensioni, in quanto ne esprime la funzione logica.

17. — Dunque lo sviluppo della fisica dimostra che parallelamente ai tentativi di accordare senza contraddizione i risultati sperimentali si è presentato il problema di modificare le proprietà dell'etere. In ogni caso l'etere si è rivelato come un modello intuitivo dell'unità formale (generale e fondamentale) (U) del discorso fisico (D).

Chiarissimo allora diventa l'ufficio dell'ipotesi ausiliaria dell'etere. Il problema logico dell'etere è la costruzione logica U di un sistema fisico D. Se fosse possibile risolvere il problema del sistema fisico con soli procedimenti D si potrebbe dedurre tutto il sistema senza la necessità dell'ipotesi ausiliaria U.

Invece nel caso dell'etere abbiamo veduto che ad ogni sistema fisico D *modificato* corrisponde una nuova ipotesi dell'etere. Quindi lo sviluppo storico della fisica dimostra che non si può eliminare la funzione logica U. La funzione U è la logicità delle idee primitive del sistema che sistematicamente

1. « Lo sforzo inteso a stabilire l'unità concettiva della natura delle forze fisiche condusse così all'ipotesi dell'etere » EINSTEIN. *L'etere e la teoria della relatività*, 1921.

sono indipendenti. È quello che si direbbe, nel linguaggio di Goethe, lo spirito dell'insieme *(der Geist des Ganzen)*.

Deduciamo da questa rassegna una conseguenza d'ordine generale. L'ipotesi ausiliaria dell'etere è la traduzione in termini fisici della condizione generale della pensabilità. Attraverso alla distinzione tra D e U possiamo pensare l'unità di ogni reale.

Questa distinzione è ineliminabile ed entrambe le funzioni sono logicamente necessarie. Non esiste quindi un contrasto concettuale fra etere e materia ma esiste la loro distinzione in una unità logica D. U. Se fosse possibile costruire un D che assorbisse l'U, non mancherebbe di rinascere la necessità logica di una nuova distinzione cioè di una diversa funzione U.

Le due realtà di cui parla Einstein (vedi: *Etere e Teoria della Relatività*) riconosciute in un rapporto di causalità ma logicamente distinte, sono interpretate dalla logica del potenziamento in un rapporto di logicità che consiste in questa distinzione.

V

CONCLUSIONE

18. — Eccoci pertanto lontano dalle più vaghe generalità alle quali si sarebbe potuto scetticamente presumere che giungesse una ricerca, come questa, teoretica, esordiente col principio astratto dell'introduzione dell'esponente in logica.

La teoria del D. U. ci ha permesso di rielaborare, integrandola, la logica della ricerca scientifica. Compito grave e in tutto pratico, giacchè qui positivamente la *θεωρία* si fa *πρᾶξις* e prammatisticamente la sua verità si può misurare in proporzione dell'utile che se ne può trarre.

Nella *Parte I* furono chiariti in modo completo il senso e il valore del D. U, sia semplificandone l'impiego nella costruzione ideologica della meccanica di Galileo; sia dimostrando l'utilità analitica della distinzione delle due esigenze D e U che ci ha condotti nel § 7 di *V. n. R.* a trovare in Geometria che l'U di un D come spazio è il tempo e nel § 8 in Fisica a ricavare *logicamente* la trasformazione di Lorentz costituendo una nuova nozione del tempo (§§ 1-4).

L'orientazione storica della *Parte II* e l'orientazione teoretica della *Parte III*, appajono quindi nettamente trasfigurate alla luce del principio del D. U che da un lato esprime la logica interna dello sviluppo storico delle scienze, (§§ 5-8) dall'altro mette in rilievo quattro punti e vorremmo sperare quattro certezze:

1. lo sviluppo non aristotelico delle scienze (§ 9);

2. il progredire rivoluzionario della teoria della relatività, in cui si possono distinguere omai quattro fasi: la relatività classica di Galileo, la relatività

BIBLIOTECA DELLE FACOLTÀ DI LETTERE E FILOSOFIA TORINO

speciale di Einstein, la relatività generale di Einstein, la relatività universale della LdP. La differenza specifica di quest'ultima dalle precedenti si può concretare nel nuovo principio relativistico che ad ogni D corrisponde un U, (il tempo è la forma dello spazio, l'etere è la forma della materia) (§ 10);

3. il rapporto vitale dell'intuizione e della deduzione nella tecnica operatoria delle scienze. Dove si vede che il *behaviour* delle teorie, per così dire, è sempre relativo all'aumento del numero degli enti, dovuto cioè a successivi cambiamenti intuitivi di forma (U) e di sviluppi deduttivi di discorso (D) (§§ 11-12);

4°. la situazione ancora aristotelica, cioè non relativistica, di Einstein di fronte alla logica (§ 13).

La *Parte IV* infine verifica l'interdipendenza o meglio l'interazione logica che lega le due operazioni del D. U. A tale scopo, poichè l'esigenza U è meno nota, partitamente si dimostra: in primo luogo, l'ineliminabilità della funzione logica U (§ 14); in secondo luogo la comparsa della funzione logica U nell'ipotesi dell'etere (§ 15). Una volta riconosciuto questo, esaminando a cominciare da Newton le teorie più eminenti dell'etere (Fizeau e Fresnel, Maxwell, Hertz, Lorentz, Mach, Einstein, Dirac, Kaluza, Klein, ecc. (§ 16) è interessantissimo dal punto di vista logico verificare che in ogni caso il problema scientifico dell'etere non è che la costruzione logica U d'un sistema fisico D (§ 17). Così la tecnica della ricerca scientifica si rischiara nel punto di partenza. Sempre si tratta, nell'organamento logico di un sistema primitivo, di formare una sintesi U d'un discorso analitico D. L'operazione mentale che si effettua nella funzione logica U è di natura intuitiva affatto analoga a quella che si compie nell'ideazione costruttiva, cioè nella costruzione ideale d'una macchina qualunque, astratta o concreta che sia. L'operazione mentale che si effettua successivamente nella funzione logica D è di natura deduttiva anche qui affatto analoga a quella che si compie nel far funzionare la macchina. Come poi accada, perchè accade, quel che anche già proverbialmente si dice, che « volta a volta la teoria sorpassa la pratica e la pratica sorpassa la teoria », è un'altra questione, che deve trattarsi separatamente.

19 — Così stando le cose, pare che non sia esagerato affermare che l'applicazione della LdP alla ricerca scientifica genera e autorizza certe speranze. Intanto finora non abbiamo rischiarato che un solo lato del problema. Per evitare i pericoli d'una troppo pronta generalizzazione abbiamo mantenuto l'indagine nei limiti delle scienze astratte. Ma si vedrà in prossime ricerche come la L. d. P. si applichi utilmente a sistemi concreti.

Ringrazio vivamente Pietro Mosso per i suoi preziosi ajuti e consigli.

Torino, R. Università, Dicembre, 1932, XI.

ANNIBALE PASTORE.

56189

Tip. R. Carabba
Lanciano (Abruzzo)